

Из полученных данных видно, что температура подогрева воздуха в рекуператоре значительно возросла, а значит для протекания тех же технологических операций, потребуется меньше топлива – значительное количество тепловой энергии поступает с воздухом.

Введение байпаса позволило осуществлять работу узла утилизации теплоты в двух режимах: «зима» и «лето». В режиме «лето» паропроизводительность узла снижается, так как не требуется тепла на обогрев помещений. Благодаря тому, что дымовые газы идут в обход ИС, до рекуператора они доходят при большей температуре, а значит, увеличивается и температура подогрева воздуха в летнее время.

Список использованных источников

1. Теплотехнические расчеты металлургических печей / Гордон Я. М., Зобнин Б. Ф., Казяев М. Д. [и др.]. – М.: Металлургия, 1993. – 367 с.
2. Теплотехнические расчеты металлургических печей / Б. И. Китаев [и др.]. – М.: Металлургия, 1970. – 528 с.
3. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования / Казанцев Е. И. 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Металлургия, 1975. – 368 с.
4. Интенсификация теплообмена и энергосбережения при работе газоздушных теплообменников / О. Н. Ермаков [и др.]. – М.: Металлургия, 2002. – 326 с.

УДК 669.046.564:621.785

К. С. Коноз, М. В. Темлянцев, Е. Н. Темлянцева

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

РАЗРАБОТКА ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РЕССОРНО-ПРУЖИННОЙ СТАЛИ ОТ ОКИСЛЕНИЯ И ОБЕЗУГЛЕРОЖИВАНИЯ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ НАГРЕВЕ

Аннотация

В статье представлены результаты лабораторных исследований возможности применения защитных покрытий для снижения угара и обезуглероживания стали марки 60С2ХА при нагреве под прокатку. Получен состав покрытия, обеспечивающий снижение угара в 1,7 раза, предотвращение образования видимого обезуглероженного слоя, снижение шероховатости и повышение качества поверхности металла после нагрева.

Ключевые слова: защитные покрытия, угар, обезуглероживание.

Abstrac

The article presents the results of laboratory studies the possibility of applying protective coatings to reduce fumes and decarburization of the steel grade 60S2HA during heating for rolling. The resulting coating composition provides a decrease in the frenzy of 1,7 times, preventing the formation of visible decarbonization layer, reducing roughness and improving the quality of the metal surface after heating.

Key words: protective coatings, fumes, decarburization.

Нагрев заготовок перед прокаткой, осуществляемый в методических печах сопровождается контактом металла с окислительной печной атмосферой. Высокие температуры и продолжительный контакт стали с окислительными газами приводят к безвозвратным потерям металла вследствие угара. Не менее важной является проблема образования обезуглероженного слоя, снижающего качество и эксплуатационные свойства проката и металлоизделий. Для предотвращения отрицательных последствий контакта металла с окислительной

атмосферой используют специальные защитные покрытия. В настоящее время разработано широкое многообразие различных видов и типов покрытий с соответствующим комплексом свойств, характерных для определенных условий применения и целевого назначения. В частности, в металлургии широкое распространение получили покрытия на основе силикатных связующих. Они применяются для защиты огнеупорных футеровок [1–5] и поверхности стали от окисления и обезуглероживания [6–11].

Актуальной задачей является разработка способов защиты от обезуглероживания при нагреве под прокатку заготовок кремнистых рессорно-пружинных сталей [12]. Наличие обезуглероженного слоя в упругих элементах (пружинах, рессорах) наиболее опасно, поскольку резко снижает их усталостную прочность, предел выносливости. Кремнистые рессорно-пружинные стали марок 40C2, 55C2, 60C2, 60C2ХА и т.п. вследствие повышенного содержания кремния имеют склонность к обезуглероживанию при нагреве [8; 13; 14].

В данной работе исследована возможность снижения угара и обезуглероживания стали марки 60C2ХА следующего химического состава, %: 0,576 С; 1,439 Si; 0,66 Mn; 0,736 Cr; 0,024 Ni; 0,031 Cu; 0,004 S; 0,008 P посредством применения защитных покрытий. При проведении лабораторных экспериментов использовали цилиндрические образцы диаметром 11 – 13 мм, длиной 20 – 30 мм и массой 16 – 27 г. Защитное покрытие состояло из комбинированного заполнителя и связки, в качестве которой использовали жидкое стекло. Покрытие, имеющее консистенцию густой сметаны наносили на образец кистью. Толщина покрытия составляла порядка 1 – 1,5 мм. Перед нагревом образца покрытие высушивали около 1 ч в атмосферных условиях.

На рис. 1 показана траектория изменения температуры поверхности металла при лабораторных экспериментах. Температурный режим выбран близким к реализуемому в промышленных условиях при нагреве непрерывнолитых заготовок в методических печах с шагающим подом [15]. Угар составил при нагреве образцов без покрытия $0,045 \text{ г/см}^2$ с покрытием – $0,027 \text{ г/см}^2$ что почти в 1,7 раза ниже, чем при нагреве образцов без покрытия. Глубина видимого обезуглероженного слоя в образцах без покрытия составила 0,2 мм. Применение покрытия обеспечило фактически полное отсутствие видимого обезуглероженного слоя в металле.

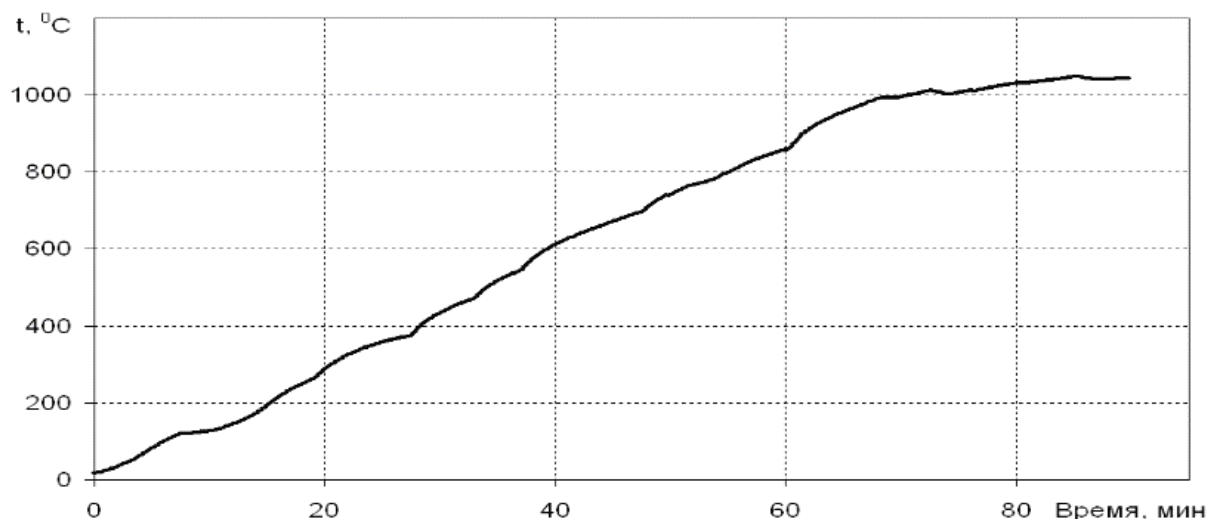


Рис. 1. Температура поверхности металла при нагреве

Образцы с покрытием после нагрева охлаждали в воде. Покрытие фактически сразу растрескалось и отделилось от поверхности металла. Это является косвенным подтверждением удовлетворительного удаления покрытия в промышленных условиях, при воздействии на поверхность заготовок струи воды на установках гидросбива окалины. Поверхность образцов была гладкой, имела характерный металлический блеск стали. На рисунке 2 представлены поверхности образцов нагретых без покрытия (после травления с целью удаления

окалины) (слева) и нагретых с покрытием (без травления, после отделения покрытия) (справа).

На образце слева видны следы механической обработки металла токарным резцом в виде небольших канавок и задиров. На образце справа шероховатость значительно ниже, задиры и канавки сглажены «зализаны». Визуально качество поверхности правого образца значительно выше.



Рис. 2. Поверхности образцов нагретых без покрытия (слева) и с покрытием (справа)

На рис. 3 представлены микроструктуры поверхностных слоев металла образцов, нагретых с покрытием.

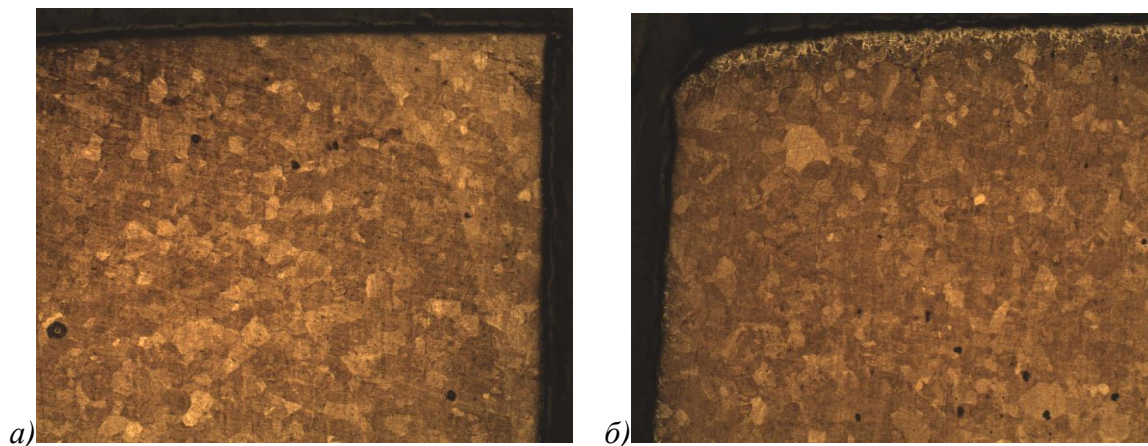


Рис. 3. Микроструктуры поверхностных слоев металла образцов, нагретых с покрытием:
а – сверху поверхность внутренних слоев металла после вырезки части образца, справа поверхность металла, защищенная покрытием после нагрева;
б – сверху торец образца, не защищенный покрытием (обезуглероживание на глубину 0,2 мм), слева поверхность металла защищенная покрытием

На рис. 4 представлена микроструктура поверхностных слоев образцов, нагретых без покрытия при различном увеличении. Глубина видимого обезуглероженного слоя 0,2 мм.

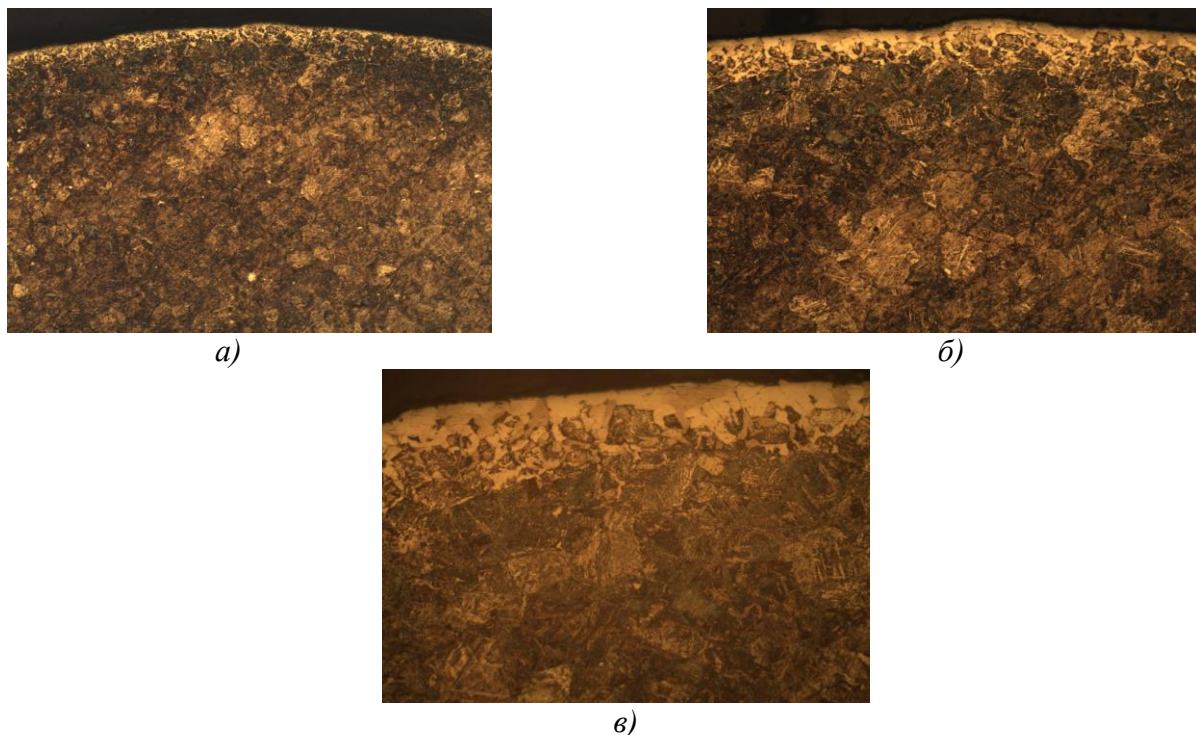


Рис. 4. Микроструктуры поверхностных слоев металла образцов, нагретых без покрытия (различное увеличение)

Выводы

Полученные результаты показывают перспективность применения покрытия для защиты рессорно-пружинной стали марки 60С2ХА. Защитное покрытие, состоящее из комбинированного заполнителя и связки, в качестве которой использовали жидкое стекло, снижает угар в 1,7 раза, фактически полностью устраняет образование видимого обезуглероженного слоя, способствует снижению шероховатости и повышению качества поверхности металла после нагрева.

Список использованных источников

1. Рециклинг твердых отходов в металлургии / К.А. Черепанов, С.М. Абрамович, М.В. Темлянцев, Е.Н. Темлянцева. – М.: Флинта: Наука, 2004. – 212 с.
2. Черепанов К.А., Килякова Е.Н., Темлянцев М.В. Использование боя огнеупорного кирпича при изготовлении защитных обмазок на связке из технического кремнезоль // Известия вузов. Черная металлургия. – 2002. – № 6. – С. 45 – 47.
3. Темлянцев М.В., Матвеев М.В., Костюченко К.Е. О применении покрытий для предотвращения обезуглероживания периклазоуглеродистых огнеупоров при разогреве ковшевых футеровок // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2011. – № 13. – С. 130 – 133.
4. Темлянцев М.В., Матвеев М.В. Обезуглероживание огнеупоров при тепловой обработке футеровок сталеразливочных ковшей // Металлург. – 2010. – № 8. – С. 60 – 62.
5. Темлянцев М.В., Матвеев М.В. Исследование обезуглероживания периклазоуглеродистых огнеупоров при разогреве футеровок сталеразливочных ковшей перед приемом расплава // Известия вузов. Черная металлургия. – 2010. – № 2. – С. 38 – 40.
6. Темлянцев М.В., Олендаренко О.Д. Разработка составов защитных покрытий для снижения окисления и обезуглероживания рельсовой стали при нагреве под прокатку // Известия вузов. Черная металлургия. – 2008. – № 2. – С. 69, 70.
7. Темлянцев М.В., Темлянцева Е.Н., Олендаренко О.Д. Разработка составов защитных покрытий для снижения окисления и обезуглероживания рельсовой стали при нагреве под прокатку // Известия вузов. Черная металлургия. – 2010. – № 2. – С. 44 – 46.

8. Темлянцев М.В., Олендаренко О.Д., Темлянцева Е.Н. Исследование влияния защитных покрытий на интенсивность окисления и обезуглероживания рельсовой стали при высокотемпературном нагреве под прокатку // Вестник горно-металлургической секции Российской академии наук. Отделение металлургии. – 2009. – № 23. – С. 75 – 79.
9. Темлянцев М.В., Михайленко Ю.Е. Окисление и обезуглероживание стали в процессах нагрева под обработку давлением. – М.: Теплотехник, 2006. – 200 с.
10. Перспективные технологии тепловой и термической обработки в производстве рельсов / В.В. Павлов, М.В. Темлянцев, Л.В. Корнева, А.Ю. Сюсюкин. – М.: Теплотехник, 2007. – 280 с.
11. Нагрев стальных слябов / Перетятко В.Н., Темлянцев Н.В., Темлянцев М.В., Михайленко Ю.Е. – М.: Теплотехник, 2008. – 192 с.
12. Разработка металлосберегающих режимов нагрева в методических печах непрерывнолитых заготовок стали марки 60С2ХА / Темлянцев М.В., Коноз К.С., Дзюба А.Ю., Уманский А.А., Темлянцев Н.В. // Известия вузов. Черная металлургия. – 2015. – № 8 (58). – С. 545 – 549.
13. Темлянцев М.В., Темлянцев Н.В. Исследование химического состава окалины пружинной стали 60С2 // Известия вузов. Черная металлургия. – 2005. – № 2. – С. 75, 76.
14. Темлянцев М.В., Темлянцев Н.В. Высокотемпературное окисление и обезуглероживание кремнистых пружинных сталей // Заготовительные производства в машиностроении. – 2005. – № 3. – С. 50 – 52.
15. Применение покрытий для защиты рессорно-пружинной стали марки 60С2ХА от окисления и обезуглероживания при нагреве под прокатку / Темлянцев М.В., Дзюба А.Ю., Темлянцева Е.Н., Коноз К.С., Живаго Э.Я., Горюшкин В.Ф. // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии. – 2015. – № 35. – С. 38 – 43.

УДК 621.365.412

О. С. Кощеева, В. И. Матюхин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ШАХТНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА СИДЕРИТОВ

Аннотация

При обжиге сидеритовых руд в шахтных газовых печах наблюдается существенная неравномерность температурного и скоростного полей на всех горизонтах слоя. Условия теплообмена в подогревательной зоне отличается низкой интенсивностью при изменении отношения W_m/W_z в интервале от 0,3 в районе выхода из топки до 0,97 на противоположной стороне канала с образованием отходящих газов при температуре около 230°С и смешением их основной массы в сторону отсоса. Максимальные температуры теплоносителя наблюдаются в районе его подачи из топки. В зонах охлаждения наилучшие условия для снижения температуры материалов наблюдаются в периферийной области наиболее удаленной от подачи теплоносителя.

В работе изучена тепловая и газодинамическая работа шахтной печи обогащательной фабрики Бакальского рудоуправления. Проанализировано изменение температурного поля на уровне засыпи слоя и жаровых каналов. Полученные данные позволяют принять оптимальное решение по снижению энергетических затрат за счет более эффективной организации движения газов в обжиговом агрегате.

Ключевые слова: шахтная печь, сидеритовые руды, кинетика обжига, неравномерность температурного и скоростного полей, движение газов.